

Jiří LUKEŠ¹

**HYDROKAROTÁŽNÍ MĚŘENÍ VE VÝZKUMNÝCH VRTECH NA LOKALITĚ
POTŮČKY**

**HYDROGEOLOGICAL WELL LOGGING MEASUREMENT IN RESEARCH
BOREHOLES ON LOCALITY POTŮČKY**

Abstrakt

Kontrolní hydrogeologické karotážní měření bylo provedeno po 4 letech ve výzkumných vrtech PTP3 a PTP4 na lokalitě Potůčky v západní části ČR. Přítoky vody do obou vrtů byly testovány do hloubky 100 m během čerpání a při ustáleném stavu, vydatnost přítoků byla stejná. Dále byla zkoumána komunikace mezi oběma vrti, jejichž vzdálenost je 10 m, a to odčerpáváním vody v jednom vrtu a současném rezistivním měření ve vrtu druhém. Výsledky těchto měření prokázaly komunikace přes puklinový systém. Karotážní křivky a výsledky všech měření jsou představeny na obrázcích.

Abstract

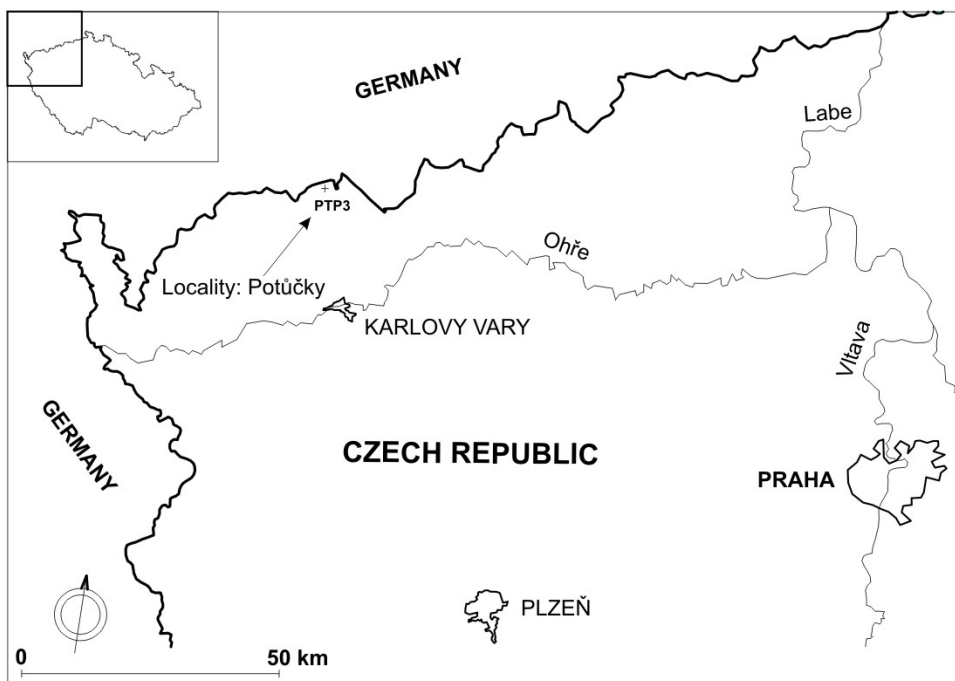
Test hydrogeological well logging measurement was applied after 4 years in research boreholes PTP3 and PTP4A on locality Potůčky in the western part of Czech Republic. Water inflows in the both boreholes were examined down to 100 m during pumping, stable situation of water inflows and their yield was confirmed. Furthermore hydrogeological communication between the boreholes PTP3 and PTP4A distanced 10 m was investigated by pumping from one borehole and by simultaneous measurement of fluid resistivity in the second borehole. Results of these measurements convincingly proved the communication through the system of fractures. Logging curves and results of all measurements are given in further 4 figures.

Úvod

Ve výzkumných vrtech PTP3 a PTP4A na lokalitě Potůčky (situace viz obr.1), které byly vyvrtány v letech 2000 až 2001 do hloubek 300 m resp. 350 m, byly po čtyřech letech kontrolovány hydrogeologické poměry do hloubky 100 m. Naším kontrolním měřením byla potvrzena prakticky totožná místa přítoků vody při čerpání o zhruba stejné vydatnosti. Dále byla v tomto svrchním úseku obou vrtů ověřována vzájemná komunikace přes puklinový systém při čerpání vody z jednoho vrtu a při současném měření rezistivimetrie v druhém vrtu. Vzájemná vzdálenost vrtů PTP3 a PTP4A je 10 m. Výsledky měření prokázaly komunikaci přes puklinový systém v obou

¹ RND. Jiří Lukeš, CSc., AQUATEST a.s., Geologická 4, Praha 5, e-mail:
lukes@aquatest.cz

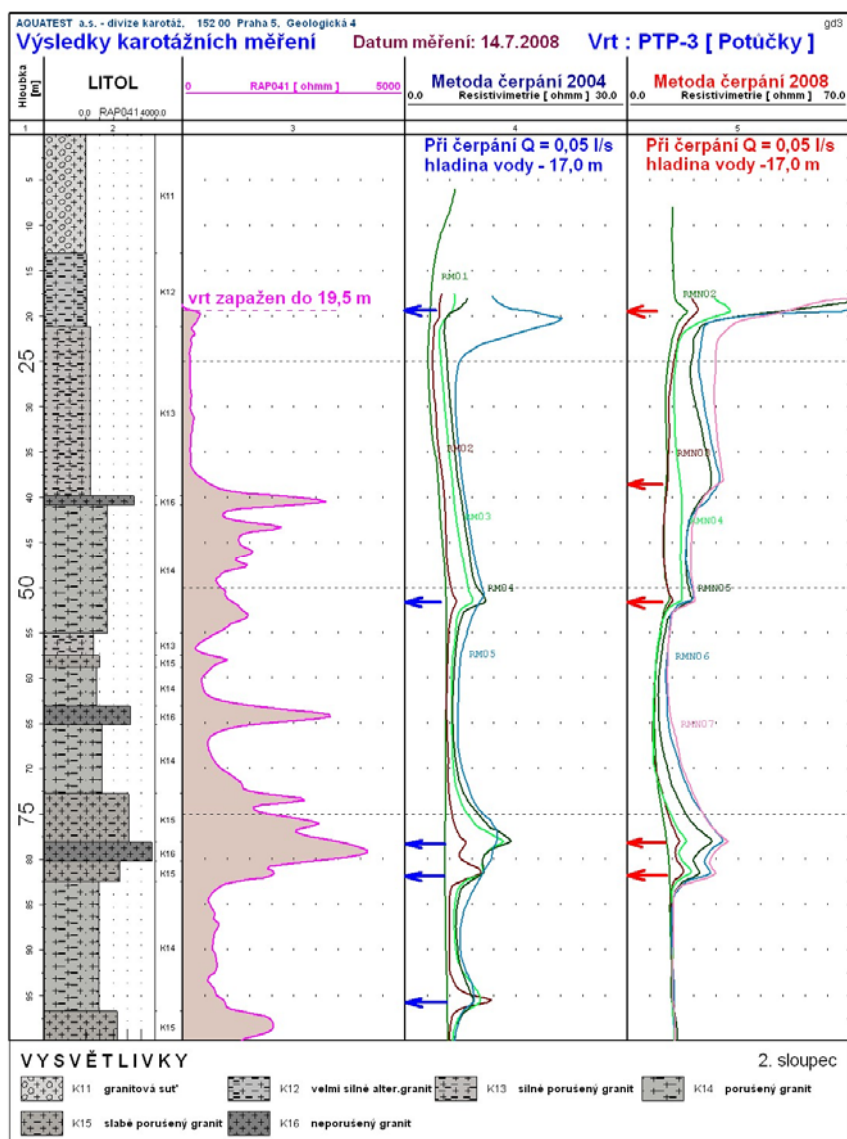
vrtech velmi přesvědčivě. Naměřené křivky a výsledky zpracování všech měření jsou uvedeny na dalších 4 obrázcích.



Obr. 1 Situace vrtu PTP3 na lokalitě Potůčky severně od Karlových Varů poblíž hranice se SRN

Výsledky měření metody odčerpání ve vrtu PTP3 (obr. 2):

Vrt byl zapažen úvodní ocelovou pažnicí o průměru 100 mm do hloubky 19,5 m. Dále byl průměr vru 76 mm. Hladina vody ve vrtu byla zakleslá v hloubce 7,5 m. Pro zjišťování míst přítoků metodou odčerpání jsme nejprve vodu ve vrtu prosolili. Čerpadlo Grundfos o průměru 80 mm jsme zapustili v pažnicích do hloubky 17 m a poté jsme opakovaně odčerpávali vodu do této hloubky. Přitom jsme registrovali záznamy RMN02 – 07 v časových intervalech cca 30 minut. Z rychlosti stoupání hladiny jsme vypočítali vydatnost vrtu na $Q = 0,05$ l/s. Hlavní přítoky vody v průběhu čerpání se ukázaly výraznými anomáliemi zvýšených odporů prakticky ve stejných hloubkách, jako při předcházejícím měření v roce 2004. Rovněž vydatnost čerpání byla stejná, jako při měření v r. 2004. Je zřejmé, že ve vrtu jsou ustálené hydrogeologické poměry. Na obr. 2 je uveden litologický profil vrtu, který je tvořen převážně alterovanými a porušenými granity, dále je uvedena křivka elektrokarotáže Rap 0,41 m, podle které byly porušené polohy interpretovány.



Obr. 2 Výsledky měření metody odčerpání ve vrtu PTP3 v letech 2004 a 2008

Výsledky měření metody odčerpání ve vrtu PTP4A (obr. 3):

Vrt byl zapažen úvodní ocelovou pažnicí o průměru 100 mm do hloubky 30,0 m. Dále byl průměr vru 76 mm. Hladina vody ve vrtu byla zakleslá v hloubce 11,0 m. Pro zjišťování míst přítoků metodou odčerpání jsme nejprve vodu ve vrtu prosolili. Čerpadlo jsme zapustili v pažnicích do hloubky 27 m a poté jsme opakovaně odčerpávali vodu do této hloubky. Přitom jsme registrovali záznamy RMN02 – 07 v časových intervalech cca

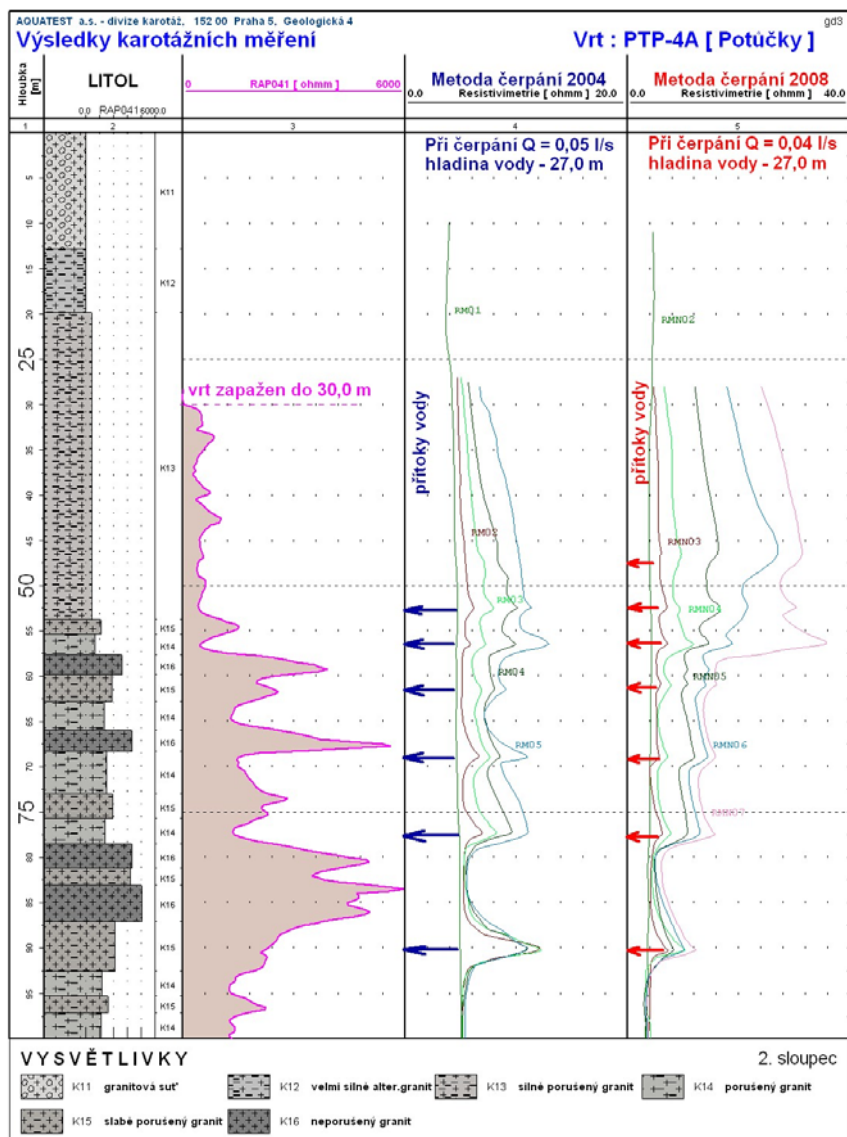
30 - 60 minut. Z rychlosti stoupání hladiny jsme vypočítali vydatnost vrtu na $Q = 0,04$ l/s. Hlavní přítoky vody v průběhu čerpání se ukázaly výraznými anomáliemi zvýšených odporů prakticky ve stejných hloubkách, jako při předcházejícím měření v roce 2004. Vydatnost čerpání byla o 20% nižší než při měření v r. 2004. Je zřejmé, že ve vrtu jsou ustálené hydrogeologické poměry. Na obr. 3 je uveden litologický profil vrtu, který je tvořen opět převážně alterovanými a porušenými granity, dále je uvedena křivka elektrokarotáže Rap 0,41 m, podle které byly porušené polohy interpretovány.

Výsledky měření hydrodynamického propojení vrtů PTP3 a PTP4A

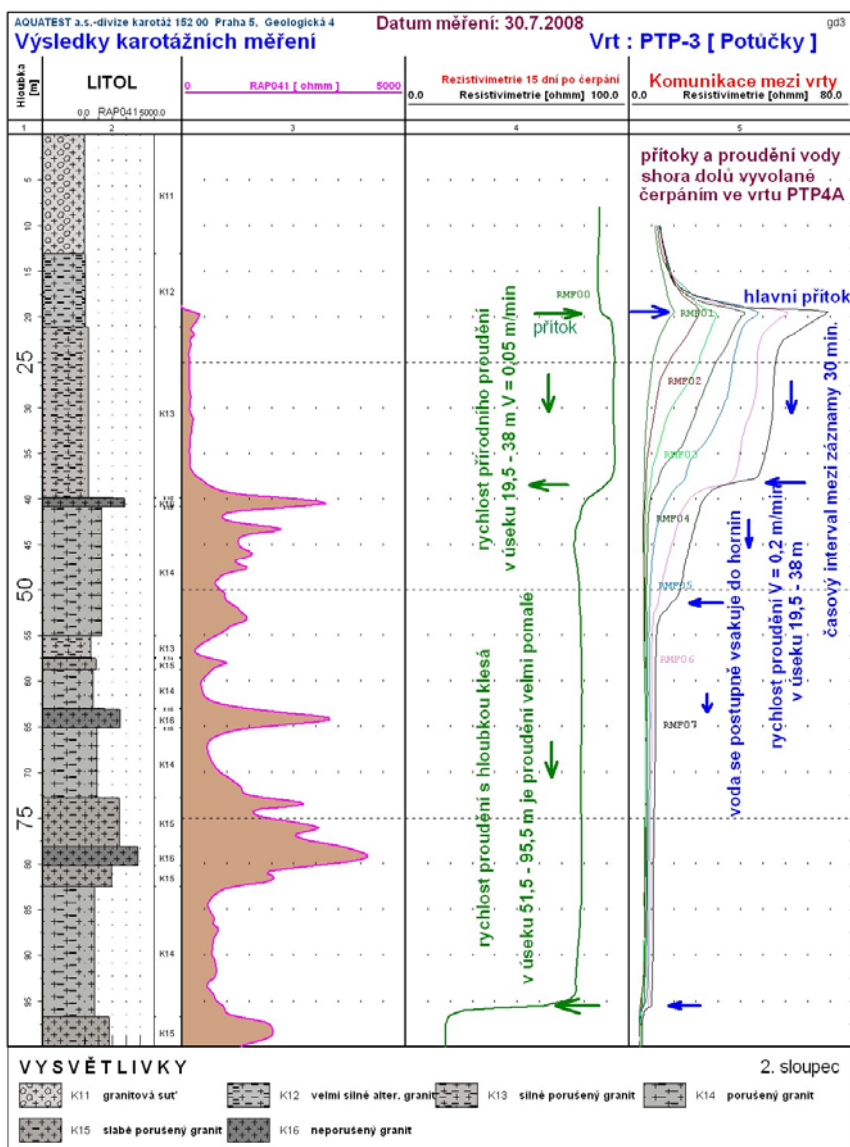
Měření rezistivimetrie ve vrtu PTP3 při čerpání z vrtu PTP4A (obr. 4):

Tato měření jsme prováděli 15 dní po čerpání, proto jsme nejprve zaregistrovali záznamy rezistivimetrie před dalším solením vody ve vrtech. Díky těmto záznamům jsme mohli vyhodnotit základní údaje, týkající se přírodního proudění vody ve vrtech. Ve vrtu PTP3 docházelo za přírodních podmínek k pomalému proudění vody z hloubky 19,5 m do 38 m, rychlost proudění byla vypočítána na $V = 0,05$ m/min. Voda dále velmi pomalu proudila až do hloubky 95,5 m, kde je zřetelná anomálie sníženého odporu vody. Je zajímavé, že při čerpání se tato propustná poloha neobjevila (obr. 2).

Dále jsme ve vrtech kombinovali měření rezistivimetrie ve vrtu PTP3 se současným čerpáním z vrtu PTP4A, abychom zjistili, kterými puklinovými systémy vrty komunikují. Z vrtu PTP4A jsme přerušovaně čerpali tak, že jsme po dobu 3 hodin udržovali hladinu vody v hloubce cca 27 m. Ve vrtu PTP-3 v důsledku tohoto čerpání došlo k poklesu hladiny o 3,4 m. Výsledek je překvapivý, hlavní přítok vody se projevil výraznou anomálií pod pažnicemi v hloubce 19,5 m. Dále docházelo ve vrtu v úseku 19,5 – 38 m k poměrně rychlému vertikálnímu proudění vody dolů. Rychlost proudění vypočtená z časového posunu odporových anomálií byla $V = 0,20$ m/min, t.j. čtyřikrát vyšší, než byla v tomto úseku za přírodních podmínek. V hloubkách 38 m a 51,5 m, kde byly již při čerpání zjištěny významné propustné pukliny, docházelo k vsakování proudící vody do puklin. Malá část vody proudila dolů až do hloubky 95,5 m, kde se vsakovala do méně propustné pukliny. Je tudíž zřejmé, že komunikace puklinovými systémy mezi oběma vrty se ve vrtu PTP3 projevuje výrazně v hloubkách 19,5 m a 38 m, méně výrazně se projevuje v hloubkách 51,5 m a 95,5 m. Při ověřování komunikace jednotlivých puklin mezi vrty PTP-3 a PTP-4A kombinací karotážního měření a vodních tlakových zkoušek v r. 2001 bylo zjištěno, že vrty komunikují nejen prostřednictvím horizontálních puklinových systémů, ale rovněž i vertikálními puklinami, které jsou někdy propustnější.



Obr. 3 Výsledky měření metody odčerpání ve vrtu PTP4A v letech 2004 a 2008



Obr. 4 Měření komunikace mezi vrtů PTP3 (rezistivimetrie) a PTP4A (čerpání).

Měření rezistivimetrie ve vrtu PTP4A při čerpání z vrtu PTP3 (obr. 5):

Ve vrtu PTP4A za přírodních podmínek rovněž dochází k pomalému vertikálnímu proudění vody shora dolů, je však výrazně pomalejší než ve vrtu PTP3. Při dvouletém monitoringu pomalého vertikálního proudění vody ve vrtech v úseku 100 – 300 m bylo zjištěno, že vertikální proudění ve vrtu PTP4A je zhruba čtyřikrát pomalejší než ve vrtu PTP3, totéž může platit pro svrchní část vrtu. Při našem měření byla zjištěna rychlost vertikálního proudění vody ve vrtu PTP4A v úseku 55 – 70 m $V = 0,01$ m/min, což je rovněž čtyřikrát nižší hodnota rychlosti proudění než ve vrtu PTP4A.

Dále jsme z vrtu PTP3 přerušovaně čerpali tak, že jsme po dobu 3 hodin udržovali hladinu vody v hloubce cca 17 m. Ve vrtu PTP-4A v důsledku tohoto čerpání došlo k poklesu hladiny až o 7,4 m. Z anomálií na záznamech rezistivimetrie, pořizovaných s časovými intervaly 30 – 60 minut, jsou zřejmá výrazná místa přítoků v hloubkách 30 m, 38 m, 56,5 m. Menší přítoky byly ještě z hloubek 62 m, 69 m, 77,5 m a 90,2 m. Hydrodynamická komunikace vrtu PTP-4A s vrtem PTP-3 probíhá přes všechny již známé propustné polohy, celkem logicky je nejvýraznější ve svrchní části vrtu do hloubky 56,5 m.

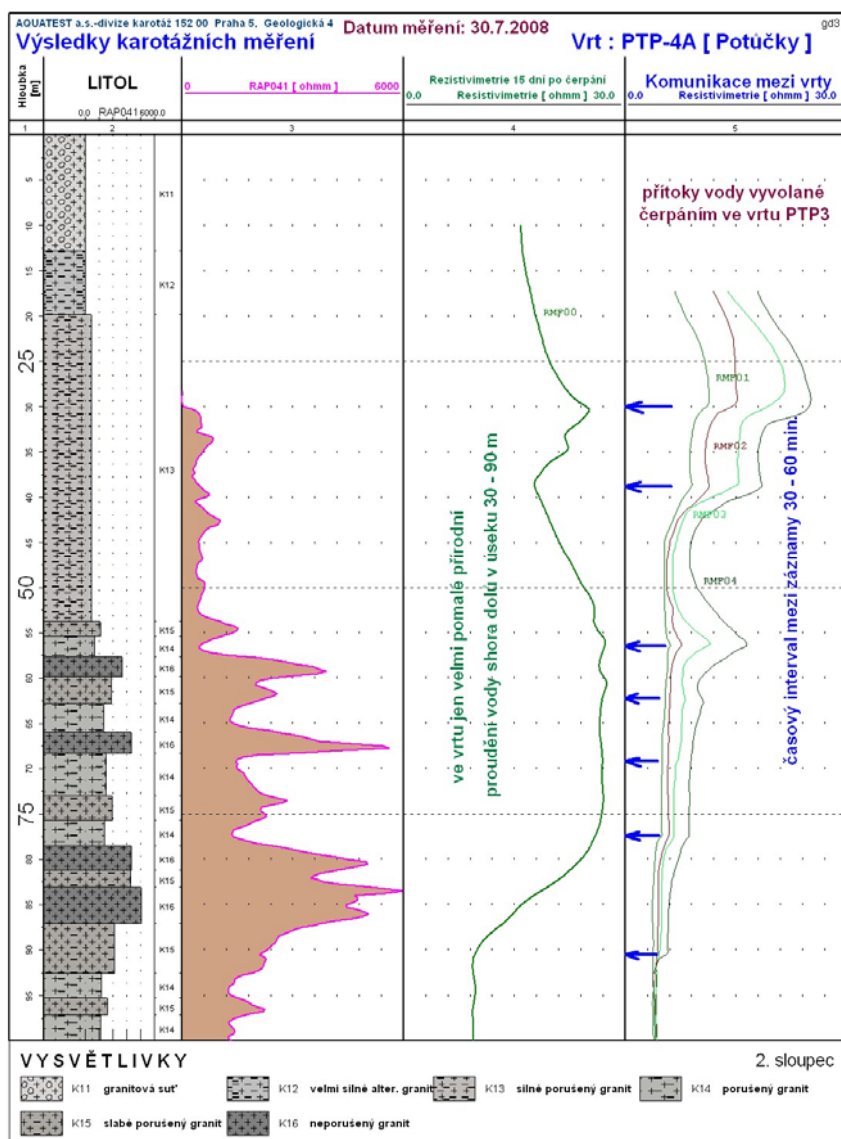
Závěr

Karotážním měřením byly ověřeny hydrogeologické poměry ve vrtech PTP3 a PTP4A na lokalitě Potůčky v úseku do 100 m po 4 letech od posledního podobného měření. Měřením byla prokázána vysoká míra shody co se týče míst přítoků vody a jejich vydatností. Opakovaným měřením metody odčerpání byla rovněž prokázána její spolehlivost pro určování hydrogeologických poměrů ve vrtech obecně.

Dále byla ověřována hydrogeologická komunikace mezi oběma vrty kombinací karotážního měření v jednom vrtu při současném čerpání vody z druhého vrtu. Touto poměrně jednoduchou metodou bylo dosaženo velmi prokazatelného důkazu o propojení puklinových systému obou vrtů. Podle velikosti anomálií na křivkách rezistivimetrie lze rozlišit významné puklinové propojení od méně významných.

Literatura

- [1] LUKEŠ J. *Kontrolní karotážní měření hydrogeologických poměrů na lokalitách Melechov a Potůčky*. Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů. Dílčí závěrečná zpráva (DZZ 2.2). ČGS a SÚRAO, Praha, 2008.



Obr. 5 Měření komunikace mezi vrty PTP4A (rezistivimetrie) a PTP3 (čerpání)

Oponentní posudek vypracoval:

RNDr. Miroslav Kobr, CSc., Univerzita Karlova Praha, Přírodovědecká fakulta